

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2001320720 A

(43) Date of publication of application: 16.11.01

(51) Int. Cl

H04N 9/07
G06T 1/00

(21) Application number: 2000140810

(71) Applicant: CANON INC

(22) Date of filing: 12.05.00

(72) Inventor: FUKUI TAKAAKI
IKEDA EIICHIRO
ENDO TOSHIRO

(54) SIGNAL PROCESSING METHOD AND SIGNAL PROCESSOR

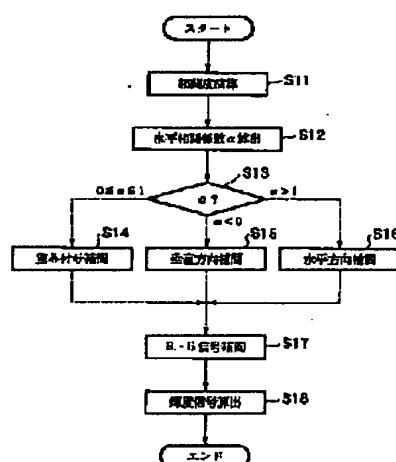
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prepare higher-definition luminance signal by reducing a binary change due to the misdiscrimination of vertical and horizontal stripes.

SOLUTION: The signal processing method to acquire and treat an image signal from an imaging element provided with a color filter has a correlation calculation stage to obtain the vertical and horizontal correlation values of the image signal (S11), a comparison stage to compare values based on the vertical and horizontal correlation values with a preset prescribed range (S13), a first interpolation stage to interpolate a luminance signal by a first interpolation method when the values are smaller than those of the prescribed range (S15), a second interpolation stage to interpolate the luminance signal by a second interpolation method different from the first interpolation method when the values are larger than those of the prescribed range (S16), and a third interpolation stage to interpolate the luminance

signal by a third interpolation method different from the first and second interpolation methods when the values are in the prescribed range (S15). The first to third interpolation stages are performed selectively.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-320720

(P2001-320720A)

(43)公開日 平成13年11月16日 (2001.11.16)

(51)Int.Cl.
H 0 4 N 9/07
G 0 6 T 1/00

識別記号
H 0 4 N 9/07
5 1 0

F I
H 0 4 N 9/07
G 0 6 T 1/00

テマコード(参考)
A 5 B 0 5 7
C 5 C 0 6 5
5 1 0

審査請求 未請求 請求項の数24 O.L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願2000-140810(P2000-140810)

(22)出願日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 福井 貴明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 池田 栄一郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74)代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳 (外2名)

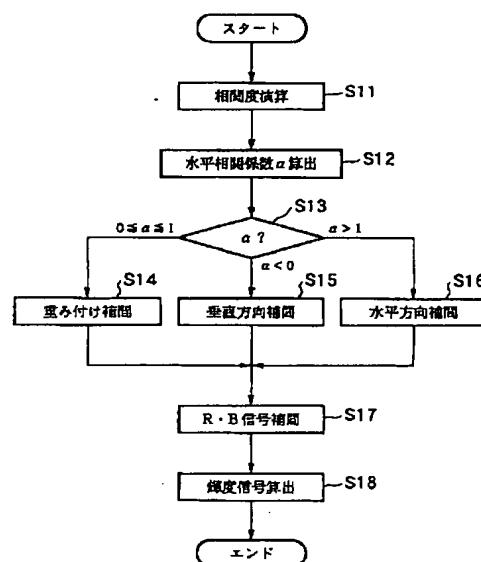
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 信号処理方法及び信号処理装置

(57)【要約】

【課題】 縦縞横縞誤判別による2値的な切り替わりを低減させ、より高品位な輝度信号を作成すること。

【解決手段】 カラーフィルタを備えた撮像素子から画像信号を取得して処理する信号処理方法であって、前記画像信号の垂直相関値及び水平相関値を求める相関演算工程 (S11) と、前記垂直相関値と水平相関値に基づく値を予め設定された所定範囲と比較する比較工程と (S13) 、前記所定範囲より小さい場合に第1の補間方法で輝度信号を補間する第1の補間工程と (S14) 、前記所定範囲より大きい場合に前記第1の補間方法とは異なる第2の補間方法で輝度信号を補間する第2の補間工程と (S16) 、前記所定範囲内である場合に前記第1及び第2の補間方法とは異なる第3の補間方法で輝度信号を補間する第3の補間工程と (S15) を有し、前記第1乃至第3の補間工程は選択的に実行される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 カラーフィルタを備えた撮像素子から画像信号を取得して処理する信号処理方法であって、前記画像信号の垂直方向の垂直相関値及び水平方向の水平相関値を求める相関演算工程と、前記垂直相関値と水平相関値とにに基づく値を、予め設定された所定範囲と比較する比較工程と、前記所定範囲より小さい場合に、第1の補間方法で輝度信号を補間する第1の補間工程と、前記所定範囲より大きい場合に、前記第1の補間方法とは異なる第2の補間方法で輝度信号を補間する第2の補間工程と、前記所定範囲内である場合に、前記第1及び第2の補間方法とは異なる第3の補間方法で輝度信号を補間する第3の補間工程とを有し、前記第1乃至第3の補間工程は選択的に実行されることを特徴とする信号処理方法。

【請求項2】 水平相関係数を算出する工程を更に有し、

前記水平相関係数は、垂直相関値、水平相関値及び所定の閾値に基づいて算出され、前記第3の補間方法では、前記水平相関係数を用いて輝度信号を補間することを特徴とする請求項1に記載の信号処理方法。

【請求項3】 前記水平相関係数を α とし、垂直相関値を VD_{if} とし、水平相関値を HD_{if} とし、所定の閾値を Th とした場合に、

$$\alpha = (VD_{if} - HD_{if}) / (2 \times Th) + 0.5$$

で与えられることを特徴とする請求項2に記載の信号処理方法。

【請求項4】 前記カラーフィルタはベイヤー配列のフィルタであり、前記第1の補間方法では、グリーンフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、上下2画素の信号値を平均してグリーン信号を算出し、前記第2の補間方法では、左右2画素の信号値を平均してグリーン信号を算出し、前記第3の補間方法では、左右2画素の信号値の平均に水平相関係数を乗じた値と、上下2画素の信号値の平均に1から水平相関係数を減じて得た値を乗じた値とを加算してグリーン信号を算出することを特徴とする請求項2または3に記載の信号処理方法。

【請求項5】 前記第1乃至第3の補間方法では、レッドフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、レッド信号を算出し、ブルーフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、ブルー信号を算出し、各画素毎に輝度信号をグリーン信号、レッド信号、ブルー信号を用いて所定の演算により算出することを特徴とする請求項4に記載の信号処理方法。

【請求項6】 前記垂直相関値と水平相関値とにに基づく値は水平相関係数であることを特徴とする請求項2乃至5のいずれかに記載の信号処理方法。

【請求項7】 前記垂直相関値と水平相関値とにに基づく値は、垂直相関値と水平相関値とを差分することによつて得られる値であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の信号処理方法。

【請求項8】 前記カラーフィルタはベイヤー配列のフィルタであり、垂直相関値は、グリーンフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、上下2画素の信号値の差の絶対値であり、水平相関値は、左右2画素の信号値の差の絶対値であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の信号処理方法。

【請求項9】 前記相関演算工程では、所定条件に基づいて、それぞれ異なる第1の相関値演算方法と、第2の相関値演算方法とを選択的に実行することを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の信号処理方法。

【請求項10】 前記カラーフィルタはベイヤー配列のフィルタであり、グリーンフィルタ以外のフィルタに対応するグリーン信号補間の対象画素を P_{ij} とし、 i を画素アレイの行、 j を画素アレイの列とした場合に、水平相関値を HD_{if} 、垂直相関値を VD_{if} とする

と、前記第1の相関値演算方法では、

$$HD_{if} = |P_{(i-1, j-1)} - P_{(i, j+1)}| + |P_{(i, j-2)} + P_{(i, j+2)} - 2 \times P_{(i, j)}|$$

、

$$VD_{if} = |P_{(i-1, j)} - P_{(i+1, j)}| + |P_{(i, j-2)} + P_{(i+2, j)} - 2 \times P_{(i, j)}|$$

により演算を行い、前記第2の相関値演算方法では、

$$HD_{if} = |P_{(i-1, j-1)} - P_{(i, j+1)}|,$$

$$VD_{if} = |P_{(i-1, j)} - P_{(i+1, j)}|$$

により演算を行うことを特徴とする請求項9に記載の信号処理方法。

【請求項11】 前記所定条件は、輝度信号を補間する対象画素であることであり、所定条件を満たす場合に第1の相関値演算方法を実行し、所定条件を満たさない場合には第2の相関演算方法を実行することを特徴とする請求項10に記載の信号処理方法。

【請求項12】 カラーフィルタを備えた撮像素子から画像信号を取得して処理する信号処理装置であつて、前記画像信号の垂直方向の垂直相関値及び水平方向の水平相関値を求める相関演算手段と、

前記垂直相関値と水平相関値とにに基づく値を、予め設定された所定範囲と比較する比較手段と、

前記所定範囲より小さい場合に、第1の補間方法で輝度信号を補間する第1の補間手段と、

前記所定範囲より大きい場合に、前記第1の補間方法とは異なる第2の補間方法で輝度信号を補間する第2の補間手段と、

前記所定範囲内である場合に、前記第1及び第2の補間方法とは異なる第3の補間方法で輝度信号を補間する第3の補間手段と、

前記比較手段による比較結果に基づいて、前記第1乃至

第3の補間手段を選択する選択手段とを有することを特徴とする信号処理装置。

【請求項13】 水平相関係数を算出する手段を更に有し、

前記水平相関係数は、垂直相関値、水平相関値及び所定の閾値に基づいて算出され、前記第3の補間方法では、前記水平相関係数 α を用いて輝度信号を補間することを特徴とする請求項12に記載の信号処理装置。

【請求項14】 前記水平相関係数を α とし、垂直相関値を VD_{if} とし、水平相関値を HD_{if} とし、所定の閾値を Th とした場合に、

$$\alpha = (VD_{if} - HD_{if}) / (2 \times Th) + 0.$$

5

で与えられることを特徴とする請求項13に記載の信号処理装置。

【請求項15】 前記カラーフィルタはペイヤー配列のフィルタであり、前記第1の補間方法では、グリーンフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、上下2画素の信号値を平均してグリーン信号を算出し、前記第2の補間方法では、左右2画素の信号値を平均してグリーン信号を算出し、前記第3の補間方法では、左右2画素の信号値の平均に水平相関係数を乗じた値と、上下2画素の信号値の平均に1から水平相関係数を減じて得た値を乗じた値とを加算してグリーン信号を算出することを特徴とする請求項13または14に記載の信号処理装置。

【請求項16】 前記第1乃至第3の補間方法では、レッドフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、レッド信号を算出し、ブルーフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、ブルー信号を算出し、各画素毎に輝度信号をグリーン信号、レッド信号、ブルー信号を用いて所定の演算により算出することを特徴とする請求項15に記載の信号処理装置。

【請求項17】 前記垂直相関値と水平相関値とにに基づく値は水平相関係数であることを特徴とする請求項13乃至16のいずれかに記載の信号処理装置。

【請求項18】 前記垂直相関値と水平相関値とにに基づく値は、垂直相関値と水平相関値とを差分することによって得られる値であることを特徴とする請求項12乃至16のいずれかに記載の信号処理装置。

【請求項19】 前記カラーフィルタはペイヤー配列のフィルタであり、垂直相関値は、グリーンフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、上下2画素の信号値の差の絶対値であり、水平相関値は、左右2画素の信号値の差の絶対値であることを特徴とする請求項12乃至18のいずれかに記載の信号処理装置。

【請求項20】 前記相関演算手段は、所定条件に基づいて、それぞれ異なる第1の相関値演算方法と、第2の相関値演算方法とを選択的に実行することを特徴とする請求項12乃至19のいずれかに記載の信号処理装置。

【請求項21】 前記カラーフィルタはペイヤー配列のフィルタであり、グリーンフィルタ以外のフィルタに対応するグリーン信号補間の対象画素を P_{ij} とし、 i を画素アレイの行、 j を画素アレイの列とした場合に、水平相関値を HD_{if} 、垂直相関値を VD_{if} とするとき、前記第1の相関値演算方法では、

$$HD_{if} = |P_{(i-1, j-1)} - P_{(i, j+1)}| + |P_{(i, j-2)} - P_{(i, j+2)}| - 2 \times P_{(i, j)}$$

、

$$10 \quad VD_{if} = |P_{(i-1, j)} - P_{(i+1, j)}| + |P_{(i, j)} - P_{(i+2, j)}| - 2 \times P_{(i, j)}$$

により演算を行い、前記第2の相関値演算方法では、

$$HD_{if} = |P_{(i-1, j-1)} - P_{(i, j+1)}|,$$

$$VD_{if} = |P_{(i-1, j)} - P_{(i+1, j)}|$$

により演算を行うことを特徴とする請求項20に記載の信号処理装置。

【請求項22】 前記所定条件は、輝度信号を補間する対象画素であることであり、所定条件を満たす場合に第1の相関値演算方法を実行し、所定条件を満たさない場合には第2の相関演算方法を実行することを特徴とする請求項21に記載の信号処理装置。

【請求項23】 請求項1乃至11のいずれかに記載の信号処理方法を実現するためのプログラムコードを保持する記憶媒体。

【請求項24】 コンピュータ装置が実行可能なプログラムを格納した記憶媒体であって、前記プログラムを実行したコンピュータ装置を、請求項12乃至22のいずれかに記載の信号処理装置として機能させることを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は信号処理方法及び信号処理装置に関し、更に詳しくは画像信号処理における適応輝度補間処理の処理精度を向上させた信号処理方法及び信号処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図6は従来の単板方式のデジタルカメラの信号処理ユニットの構成を示すブロック図である。CCD撮像素子501からの信号は、ホワイトバランス回路502で白のゲインが調整され、輝度ノッチ回路510に送られる。輝度ノッチ回路510にて、垂直ローパスフィルタ(VLPF)を用いて、垂直方向に色のナイキスト付近の周波数の信号ゲインを低減する処理が施される。水平方向も同様に水平ローパスフィルタ(HLPF)によるゲインの低減処理が施される。以下、このフィルタを輝度ノッチフィルタと呼ぶ。その後、水平バンドパスフィルタ(HBPF)回路511及び垂直バンドパスフィルタ(VBPF)回路514によって、ノッチフィルタにより弱められたナイキスト周波数よりも若干

40 低い周波数をもちあげる。

【0003】その後、水平、垂直とともにPP (Aperture Peak) Gain回路512及び515で振幅が調整され、ベースクリップ (BC) 回路513及び516で振幅がカットされノイズ除去される。その後、加算器517で水平成分と垂直成分が加算され、APC (Aperture Control) Main Gain回路518でメインゲインがかかり、加算器519でベースバンド信号と加算される。その後、ガンマ変換回路520でガンマ変換が施され、輝度修正 (YCOMP) 回路521で、色による輝度信号レベル補正が実施される。

【0004】また、色信号処理として、色補間回路503により全ての画素について全ての色画素値が存在するよう補間され、色変換マトリクス (MTX) 回路504にて補色信号が輝度信号 (Y) 及び色差信号 (Cr, Cb) に変換される。その後クロマ抑圧 (CSUP: Chroma Supress) 回路505によって低輝度及び高輝度領域の色差ゲインが抑圧され、クロマローパスフィルタ (CLPF) 回路506にて帯域が制限される。帯域制限されたクロマ信号はガンマ変換回路507において、RGB信号に変換されると同時にガンマ変換が施される。ガンマ変換後のRGB信号は再びY, Cr, Cb信号に変換され、CGainKnee (ChromaGain Knee) 回路にて彩度ゲインが調整され、LCMTX (Linear Clip Matrix) 回路509にて、色相の微少修正及び、撮像素子の個体差バラツキによる色相ずれを修正する。

【0005】ここで、図7に示すような市松模様のペイヤー配列のフィルターを備えた撮像素子からの出力を処理した場合を考える。特に純色フィルターの場合、色の分離がよいために、例えば図8(a)のように、左半分が赤、右半分が青といった相反する色相を有する画像のエッジ部では、ノッチフィルタ方式であると、LPFだけでは異なる色フィルタ間のゲイン差を吸収することができず、ギザギザ (ジャギ) となって再生画像の画質を劣化させてしまう。以下に、図8(b)を参照して更に

$$P_5(G) = (P_2(G) + P_8(G)) / 2 \quad \dots (2)$$

【0013】また、VDiff > HDiffなら、水平

$$P_5(G) = (P_4(G) + P_6(G)) / 2 \quad \dots (3)$$

【0014】更に、VDiff = HDiffなら、水平及び垂直両方の画素を用い、式(4)を用いて補間す

$$P_5(G) = (P_2(G) + P_8(G) + P_4(G) + P_6(G)) / 4 \quad \dots (4)$$

【0015】上記のようにして、グリーン信号以外を出力する画素についてグリーン信号を補間する。

$$P2(R) = ((P1(R) - P1(G)) + (P3(R) - P3(G))) / 2 + P2(G)$$

$$P4(R) = ((P1(R) - P1(G)) + (P7(R) - P7(G))) / 2 + P4(G)$$

$$P5(R) = ((P1(R) - P1(G)) + (P3(R) - P3(G)) + (P7(R) - P7(G)) + (P9(R) - P9(G))) / 4 +$$

$$P5(G) \quad \dots (5)$$

【0017】で求めることができる。ブルー信号も同様の計算で求めることができる。これにより同一画素につ

$$Y = 0.3 \times R + 0.59 \times G + 0.11 \times B \quad \dots (6)$$

説明する。

【0006】図8(b)は、撮像素子の各画素からの出力レベルを示す説明図である。同図においては、説明の簡略化のため、比較的大きい値を出力する画素を白で、出力がほぼ0である画素を黒で示している。このように、相反する色相のエッジであると異なる色フィルタでの信号レベル差が大きくなり、結果としてジャギとなって現れる。更に、LPFによって落ちた解像感 (MTF) をあげるためにエッジ強調を行なうため、さらにジャギを強調させてしまうという欠点があった。

【0007】そこで、このジャギを回避するために以下の適応補間輝度信号作成手法が提案されている。すなわち、補間対象画素の上下左右の信号相関を検出し、これにより縦縞か横縞かを判別し、縦縞の場合は上下の信号から補間を行ない、横縞の場合は左右の信号から補間することで、輝度信号のジャギを防ぐものである。

【0008】以下、適応補間輝度信号作成手法について、図9を参照して説明する。

【0009】まずグリーン信号の補間を行う。例えば、画素P1～P9に対する補間を行う場合（括弧内は、その画素から得られる色信号を示し、フィルタの色に対応する。但し、）、画素P5におけるグリーン信号 (P5(G)) の補間方法は以下の通りである。

【0010】1. 式(1)により補間対象の上下、左右の画素の差の絶対値 (HDiff, VDiff) を求めること。

$$HDiff = |P4(G) - P6(G)|, \quad \dots (1)$$

$$VDiff = |P2(G) - P8(G)| \quad \dots (1)$$

【0011】2. 求めた絶対値に基づいて、補間の仕方を変更する。

【0012】VDiff < HDiffならば、垂直の画素を用い、式(2)を用いて補間する。

$$P5(G) = (P2(G) + P8(G)) / 2 \quad \dots (2)$$

の画素を用い、式(3)を用いて補間する。

$$P5(G) = (P4(G) + P6(G)) / 2 \quad \dots (3)$$

る。

【0016】また、レッド信号は、

いてRGB3色分の信号を得ることができる。更に、

より輝度信号Yを求める。また、特開平11-275373号公報に開示されているように、エッジ判別に色差信号を用い、その後、相関度に応じて縦方向からの補間信号と横方向からの補間信号を加重加算によって補間要素を算出する方法がある。この方法では、加重加算により2値的な切り替わりを無くすことが可能である。

【0018】さらに、特開平8-298669号公報では、ラプラシアン2次値及び傾斜値を得て分類器を決定

$$\begin{aligned} HDiff &= |P32(G) - P34(G)| + |P31(B) + P35(B) - 2 \times P33(B)| \\ VDiff &= |P23(G) - P43(G)| + |P13(B) + P53(B) - 2 \times P33(B)| \end{aligned}$$

し、分類器に基づく失われたカラー値の補間にに対する好みの方向を選択するためにラプラシアン2次値及び傾斜値を加算する構造を含む。最終的に配置は好みの方向に一致するように選択された複数のカラー値の付近から失われたカラー値を補間する方法が開示されている。つまり、グリーン信号を補間する際に求める縦横相関係数を求める場合に、図10に示す配列において

… (7)

【0019】のような第2項をそれぞれ加えることで、さらに判定精度をあげることができるとある。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記式(1)～(6)に示す従来の適応補間手法では、縦横縞判別で2値的に補間方向を切り替えているため、図11(a)のような1画素ピッチの縞の被写体において画素、例えば画素P5を補間して作成する場合、VDiff($=|P2(G) - P8(G)| = 0$)、HDiff($=|P4(G) - P6(G)| = 0$)の両者の値がほぼ0となる。この結果、撮像素子のノイズなどの影響で誤判定を行ってしまい、図11(b)のように縦からの補間と横からの補間がランダム(不規則)に2値的に切り替わり(縦縞横縞の誤判別)、本来あるべきでないところに縞が発生するという欠点があった。

【0021】また、特開平11-275373号公報記

$$\text{水平類似度: } C_{tsum} = (|P5(B,R) - P4(G)| + |P5(B,R) - P6(G)|) / 2 = 50,$$

$$\text{垂直類似度: } C_{ysum} = (|P5(B,R) - P2(G)| + |P5(B,R) - P8(G)|) / 2 = 50$$

… (8)

【0022】となり、水平類似度が高くなるべきところが、垂直類似度と水平類似度が同じになり、判定を誤るために、図13(c)に示すように色エッジにおけるジャギが発生するという問題があった。更に、特開平8-298669号公報の手法を用いて色信号の補間を行うと、グリーン信号を補間するために5ライン分の情報が必要になり、更に式(5)で色信号を補間する際に上下1ライン分のグリーン信号を作成する必要があるため、結果的に7ライン分の情報が必要になり、回路規模が大きくなってしまう。

【0023】ところが、上下1ラインのグリーン信号は色信号を作成する際、色差信号を作成するためのみに用いられるため、画質の面ではそれはほど重要ではない。

【0024】本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、輝度信号作成時のグリーン信号補間時に、縦縞、横縞判別を行い垂直方向および水平方向からの補間を適応的に切り替える手法において、従来のような縦縞横縞誤判別による2値的な切り替わりを低減させ、より高品位な輝度信号が作成することを第1の目的とする。

【0025】また、縦縞、横縞判別の精度を向上させる

載の方法では、エッジ判別に色差信号を用いているため、図12のような白黒エッジの場合に水平垂直方向の色差信号が両者共に0になってしまい(例えばP5(G)を補間する場合、 $HDiff = |(P5(B) - P2(G)) - (P5(G) - P8(G))| = 0$ 、 $VDiff = |(P5(B) - P4(G)) - (P5(G) - P6(G))| = 0$)、エッジ判別が不可能になってしまう欠点があった。さらに、色差信号の絶対値和による判定を行うと、図13の(a)のような色エッジの場合、図13(b)のようにたとえば、 $P2(G) = P4(G) = P6(G) = 20$, $P1(R,B) = P3(R,B) = P5(B,R) = 70$, $P7(R,B) = P9(R,B) = 170$, $P8(G) = 120$ 、のような色エッジの場合、 $P5(G)$ を求めるすると、特開平11-275373号公報に記載の補間方法で $t = y = 0.5$ として計算すると

と共に、回路規模を抑え、かつ精度よくグリーン信号の適応補間を行うことを第2の目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために、カラーフィルタを備えた撮像素子から画像信号を取得して処理する本発明の信号処理方法は、前記画像信号の垂直方向の垂直相関値及び水平方向の水平相関値を求める相関演算工程と、前記垂直相関値と水平相関値とにに基づく値を、予め設定された所定範囲と比較する比較工程と、前記所定範囲より小さい場合に、第1の補間方法で輝度信号を補間する第1の補間工程と、前記所定範囲より大きい場合に、前記第1の補間方法とは異なる第2の補間方法で輝度信号を補間する第2の補間工程と、前記所定範囲内である場合に、前記第1及び第2の補間方法とは異なる第3の補間方法で輝度信号を補間する第3の補間工程とを有し、前記第1乃至第3の補間工程は選択的に実行される。

【0027】また、カラーフィルタを備えた撮像素子から画像信号を取得して処理する本発明の信号処理装置は、前記画像信号の垂直方向の垂直相関値及び水平方向

の水平相関値を求める相関演算手段と、前記垂直相関値と水平相関値に基づく値を、予め設定された所定範囲と比較する比較手段と、前記所定範囲より小さい場合に、第1の補間方法で輝度信号を補間する第1の補間手段と、前記所定範囲より大きい場合に、前記第1の補間方法とは異なる第2の補間方法で輝度信号を補間する第2の補間手段と、前記所定範囲内である場合に、前記第1及び第2の補間方法とは異なる第3の補間方法で輝度信号を補間する第3の補間手段と、前記比較手段による比較結果に基づいて、前記第1乃至第3の補間手段を選択する選択手段とを有する。

【0028】また、本発明の好適な一様態によれば、水平相関係数を算出する工程または手段を更に有し、前記水平相関係数は、垂直相関値、水平相関値及び所定の閾値に基づいて算出され、前記第3の補間方法では、前記水平相関係数を用いて輝度信号を補間する。

【0029】更に好ましくは、前記水平相関係数を α とし、垂直相関値をVDif fとし、水平相関値をHDif fとし、所定の閾値をThとした場合に、

$$\alpha = (VDif f - HDif f) / (2 \times Th) + 0.5$$

【0030】で与えられる。また好ましくは、前記カラーフィルタはベイヤー配列のフィルタであり、前記第1の補間方法では、グリーンフィルタ以外のフィルタに対する各画素について、上下2画素の信号値を平均してグリーン信号を算出し、前記第2の補間方法では、左右2画素の信号値を平均してグリーン信号を算出し、前記第3の補間方法では、左右2画素の信号値の平均に水平相関係数を乗じた値と、上下2画素の信号値の平均に1から水平相関係数を減じて得た値を乗じた値とを加算してグリーン信号を算出する。

【0031】また、本発明の好適な一様態によれば、前記第1乃至第3の補間方法では、レッドフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、レッド信号を算出し、ブルーフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、ブルー信号を算出し、各画素毎に輝度信号をグリーン信号、レッド信号、ブルー信号を用いて所定の演算により算出する。

【0032】また、本発明の好適な一様態によれば、前記垂直相関値と水平相関値に基づく値は水平相関係数である。

【0033】また、本発明の好適な別の一様態によれば、前記垂直相関値と水平相関値に基づく値は、垂直相関値と水平相関値とを差分することによって得られる値である。

【0034】また、本発明の好適な一様態によれば、前記カラーフィルタはベイヤー配列のフィルタであり、垂直相関値は、グリーンフィルタ以外のフィルタに対応する各画素について、上下2画素の信号値の差の絶対値であり、水平相関値は、左右2画素の信号値の差の絶対値

である。

【0035】また、上記第2の目的を達成するために、本発明によれば前記相関演算工程または前記相関演算手段は、所定条件に基づいて、それぞれ異なる第1の相関値演算方法と、第2の相関値演算方法とを選択的に実行する。

【0036】本発明の好適な一様態によれば、前記カラーフィルタはベイヤー配列のフィルタであり、グリーンフィルタ以外のフィルタに対応するグリーン信号補間の対象画素をPi jとし、iを画素アレイの行、jを画素アレイの列とした場合に、水平相関値をHDif f、垂直相関値をVDif fとするとき、前記第1の相関値演算方法では、

$$HDif f = |P(i, j-1) - P(i, j+1)| + |P(i, j-2) + P(i, j+2) - 2 \times P(i, j)|$$

$$VDif f = |P(i-1, j) - P(i+1, j)| + |P(i-2, j) + P(i+2, j)|$$

【0037】により演算を行い、前記第2の相関値演算方法では、

$$HDif f = |P(i, j-1) - P(i, j+1)|,$$

$$VDif f = |P(i-1, j) - P(i+1, j)|$$

により演算を行う。更に本発明の好適な一様態によれば、前記所定条件は、輝度信号を補間する対象画素であることであり、所定条件を満たす場合に第1の相関値演算方法を実行し、所定条件を満たさない場合には第2の相関演算方法を実行する。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0039】【第1の実施形態】図1は、本発明の第1の実施形態におけるデジタルカメラの信号処理ユニットの構成を示すブロック図である。図6に示す構成とは、輝度ノッチ回路510が適応輝度補間回路550に変わっているところが異なる。

【0040】図2は、適応輝度補間回路550の処理構成を示すブロック図である。適応輝度補間回路550は相関度検出部560、G補間部570、R・B補間部580、及び輝度生成部590とを有する。

【0041】以下、本発明の第1の実施形態にかかる上記構成を有する適応輝度補間回路550における輝度信号作成方法を説明する。図3は、輝度信号作成方法の手順を示すフローチャートである。

【0042】基本となる方法は、グリーン信号を適応的に補間した後、グリーン信号をもとにレッド信号及びブルー信号を補間し輝度信号を作成する手法である。本第1の実施の形態では、グリーン信号の補間時に、縦縞、横縞判別の結果に応じて水平方向補間、垂直方向補間を2値的に切り替えるのではなく、縦縞、横縞判別で相関度があまり変わらない画素には、水平方向補間からのグ

リーン信号と、垂直方向補間からのグリーン信号に重みをつけて分配することを特徴とする。

【0043】まず、グリーン以外の全ての画素、すなわちレッド画素、ブルー画素について、グリーン信号を補間する（ステップS11～S15）。例えば図7に示す配列のフィルターを有し、図9の画素P5（P1～P9は画素の位置を示し、括弧内は、その画素から得られる色信号を示し、フィルタの色に対応する。）にグリーン信号（P5（G））を補間する場合、相関度検出器560では従来と同様に、補間対象画素の上下左右の信号相関を検出し、これにより縦縞、横縞を判別する。すなわち、補間対象の上下、左右の画素の差の絶対値を求める。（ステップS11、相関度算出）

$$\alpha = (V D i f f - H D i f f) / (2 \times T h) + 0.5 \quad \dots (10)$$

【0047】得られた水平相関係数 α により、以下の3通りの方法のいずれかで補間を行う（ステップS13）。

1. ($0 \leq \alpha \leq 1$) の場合（ステップS14）

【0048】水平方向の相関と垂直方向の相関が近似し

$$P5(G) = (\alpha (P4(G) + P6(G)) + (1 - \alpha) (P2(G) + P8(G))) / 2 \quad \dots (11)$$

【0049】2. ($\alpha < 0$) の場合（ステップS15）

【0050】垂直方向の相関が強いため、垂直方向から

$$P5(G) = (P2(G) + P8(G)) / 2 \quad \dots (12)$$

【0051】により補間する。

3. ($\alpha > 1$) の場合（ステップS16）

$$P5(G) = (P4(G) + P6(G)) / 2 \quad \dots (13)$$

【0053】により補間する。図4は、式(10)を上記の3つの場合分けに基づいてグラフ化したものである。すなわち、($\alpha < 0$) の場合は、図4に示すように $\alpha = 0$ として式(11)に代入すれば、式(12)が得られ、($\alpha > 1$) の場合には、 $\alpha = 1$ として式(11)に代入すれば、式(13)を得られることを示している。

【0054】同様の方法で、全てのブルー画素及びレッ

$$\begin{aligned} P2(R) &= ((P1(R) - P1(G)) + (P3(R) - P3(G))) / 2 + P2(G1) \\ P4(R) &= ((P1(R) - P1(G)) + (P7(R) - P7(G))) / 2 + P4(G2) \\ P5(R) &= ((P1(R) - P1(G)) + (P3(R) - P3(G)) + (P7(R) - P7(G)) + (P9(R) - P9(G))) / 4 + \\ P5(G) &\dots (14) \end{aligned}$$

【0056】また、ブルー信号も同様の計算により求めることができる。これにより同一画素についてRGB3

$$Y = 0.3 \times R + 0.59 \times G + 0.11 \times B \quad \dots (15)$$

【0057】より輝度信号Yを求める（ステップS18）。なお、式(15)の各項の係数は、適宜変更することが可能である。輝度信号ではグリーン信号の割合が約60%を占める。よってグリーン信号の補間が最も画質に影響を及ぼす。

【0058】従って、上記第1の実施形態によれば、縦縞、横縞判別を行い垂直方向および水平方向からの補間を適応的に切り替える手法において、垂直画素からの補

$$H D i f f = | P4(G) - P6(G) | ,$$

$$V D i f f = | P2(G) - P8(G) | \dots (9)$$

【0044】次に、HDifffとVDifffの差をとり、その差の絶対値が予め設定した閾値Thより小さい場合、水平補間値と垂直補間値を重みをつけて線形的に振り分ける。またその差の絶対値が閾値Thより大きい場合には、相関度が小さい方の補間結果を用いる。

【0045】ここでは、相関度検出器560が重み α （水平相関係数）を算出し、G補間部570がこの算出した水平相関係数 α を利用して、上記条件毎に補間方法を変更してグリーン信号の補間を行う方法を説明する。

【0046】まず、以下の式(10)を用いて水平相関係数 α を算出する（ステップS12）。

$$\alpha = (V D i f f - H D i f f) / (2 \times T h) + 0.5 \quad \dots (10)$$

ているため、得られた水平相関係数 α を用いて、以下の式(11)を用いて、垂直・水平補間の線形切り替えを使用する。つまり、重みをつけて垂直補間と水平補間を振り分ける。

の補間のみ使用する。すなわち、

$$P5(G) = (P2(G) + P8(G)) / 2 \quad \dots (12)$$

【0052】水平方向の相関が強いため、水平方向からの補間のみ使用する。すなわち、

$$P5(G) = (P4(G) + P6(G)) / 2 \quad \dots (13)$$

ド画素についても補間を行う。

【0055】また、R・B補間部580において、補間したグリーン信号を用いて、レッド以外の全ての画素についてレッド信号を補間する（ステップS17）。グリーン画素については、左右または上下のレッド信号及びそのレッド画素のグリーン信号を用いて、また、ブルー画素については、周辺の4つのレッド画素を用いて、以下の式に示すように補間を行う。

色分の信号を得る。更に、輝度生成器590において、例えばm s c方式の式を用い、

$$Y = 0.3 \times R + 0.59 \times G + 0.11 \times B \quad \dots (15)$$

間信号と水平画素からの補間信号を、縦横相関係数を用いて線形的に分配する処理を行なうことより、従来のような縦縞横縞誤判別による2値的な切り替わりを低減させ、より高品位な輝度信号が作成可能となる。

【0059】なお、本第1の実施形態では水平補間値の重み α を求めるために式(10)を用いたが、式(10)に関わらず他の関数から求めてよい。また、関数でなくルックアップテーブル等で表現することも可能で

ある。

【0060】【第2の実施形態】第2の実施形態では、第1の実施形態における水平相関度算出方法を、特開平8-298669号公報の式(7)を適応した場合に、回路規模が大きくなないようにするグリーン信号作成

$$P33(Y)=0.30 \times P33(R) + 0.59 \times P33(G) + 0.11 \times P33(B) \dots (16)$$

【0062】つまり輝度信号P33(Y)を求めるためには、画素P33のグリーン信号P33(G)とレッド信号P33(R)は補間して求める必要がある。

$$P33(R)=\{P22(R)-P22(G)\}+(P24(R)-P44(R))+(P42(R)-P42(G)) \\ +(P44(R)-P44(G))/4+P33(G) \dots (17)$$

【0064】つまり、P22(G), P24(G), P42(G), P44(G)を補間により求める必要がある。

【0065】例えば上述の式(7)によって、P22(G)を求めるために、

$$HDiff = |P21(G)-P23(G)| + |P20(R)+P24(R)-2 \times P22(R)|$$

$$VDiff = |P12(G)-P32(G)| + |P02(R)+P42(R)-2 \times P22(R)|$$

【0066】となり、P33(G)信号を求める為に3ライン上のP02(R)の信号が必要になる。つまり、式(7)を判定基準にするためには、トータル7タップのデータが必要になり、回路規模が大きくなる。そこで、第2の実施形態では、P33(B)の場所の輝度信号を求める場合、P33(G)を求める際には(ステップS21でYES) HDiff及びVDiffを式(7)を用いて算出し(ステップS22)、P22(G), P24(G), P42(G), P44(G)を求める場合には(ステップS21でNO)、HDiff及びVDiffを上記第1の実施形態で説明した式(9)を用いて算出する(ステップS23)。

【0067】すなわち、P33(G)の場合、

$$HDiff = |P32(G)-P34(G)| + |P31(B)+P35(B)-2 \times P33(B)|$$

$$VDiff = |P23(G)-P43(G)| + |P13(B)+P53(B)-2 \times P33(B)|$$

【0068】また、P22(G)の場合、

$$HDiff = |P21(G)-P23(G)|,$$

$$VDiff = |P12(G)-P32(G)|$$

である。P24(G), P42(G), P44(G)についても同様にして求める。このようにして求めたHDiff及びVDiffに基づいて、第1の実施形態で説明した式(10)～(13)に示す方法によりグリーン信号を求め(ステップS12～S16)、式(14)によりレッド及びブルー信号を補間し(ステップS17)、得られたグリーン信号G、レッド信号R、ブルー信号Bを用いて各画素毎に式(15)により輝度信号を補間する(ステップS18)。

【0069】NTSCの輝度信号ではグリーン信号の割

方法について説明する。図5は、本発明の第2の実施形態における輝度信号作成方法の手順を示すフローチャートである。

【0061】図10において、画素P33の輝度信号Y(P33(Y))は以下の式(16)で求められる。

【0063】P33(R)は以下の式(17)で求められる。

合が約60%を占め、グリーン信号の補間が最も画質に影響を及ぼす。よってグリーン信号の適応補間には精度良く行う必要がある。しかし、色差信号を補間する場合に必要となるグリーン信号も同じように生成すると、回路規模が大きくなってしまう。

【0070】しかし上記第2の実施形態によれば、縦縞、横縞判別を行い垂直方向および水平方向からの補間を適応的に切り替える手法において、色差信号を作成するために必要なグリーン信号作成方法と輝度信号を作成する為のグリーン信号作成方法の2つの方法を用いることによって、回路規模を抑え、かつ精度よくグリーン信号の適応補間を行うことが可能となる。

【0071】

【他の実施形態】なお、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

【0072】また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体(または記録媒体)を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU)が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム(OS)などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0073】さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、

その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、輝度信号作成時のグリーン信号補間時に、縦縞、横縞判別を行い垂直方向および水平方向からの補間を適応的に切り替える手法において、従来のような縦縞横縞誤判別による2値的な切り替わりを低減させ、より高品位な輝度信号が作成可能となる。

【0075】また、縦縞、横縞判別の精度を向上させると共に、回路規模を抑え、かつ精度よくグリーン信号の適応補間を行うことが可能となり、ジャギの少ない輝度信号を作成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態におけるデジタルカメラの信号処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態における適応輝度補間回路の処理構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施形態における輝度信号作成方法の手順を示すフローチャートである。

【図4】本発明の第1の実施形態における水平相関係数のグラフを示す図である。

【図5】本発明の第2の実施形態における輝度信号作成方法の手順を示すフローチャートである。

【図6】従来のデジタルカメラの信号処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【図7】フィルタ配列を示す図である。

【図8】ジャギの発生を説明する図である。

【図9】適応補間を説明するための図である。

【図10】適応補間の別の例を説明するための図であ

る。

【図11】従来の適応補間で誤判別を起こす例を示す図である。

【図12】従来の適応補間で誤判別を起こす別の例を示す図である。

【図13】従来の適応補間で誤判別を起こす別の例を示す図である。

【符号の説明】

501 撮像素子

502 ホワイトバランス回路

503 色補間回路

504 色変換マトリクス回路

505 クロマ抑圧回路

506 クロマローパスフィルタ回路

507, 520 ガンマ変換回路

508 C Gain Kneee回路

509 LCMTX回路

510 輝度ノッチ回路

511 水平バンドパスフィルタ回路

512, 515 PPGain回路

513, 516 ベースクリップ回路

514 垂直バンドパスフィルタ回路

517, 519 加算器

518 APCMalingGain回路

521 輝度修正回路

550 輝度適応補間回路

560 相関度検出器

570 G補間回路

580 R・B補間回路

30 590 輝度生成器

【図7】

R	G1	R	G1
G2	B	G2	B
R	G1	R	G1
G2	B	G2	B

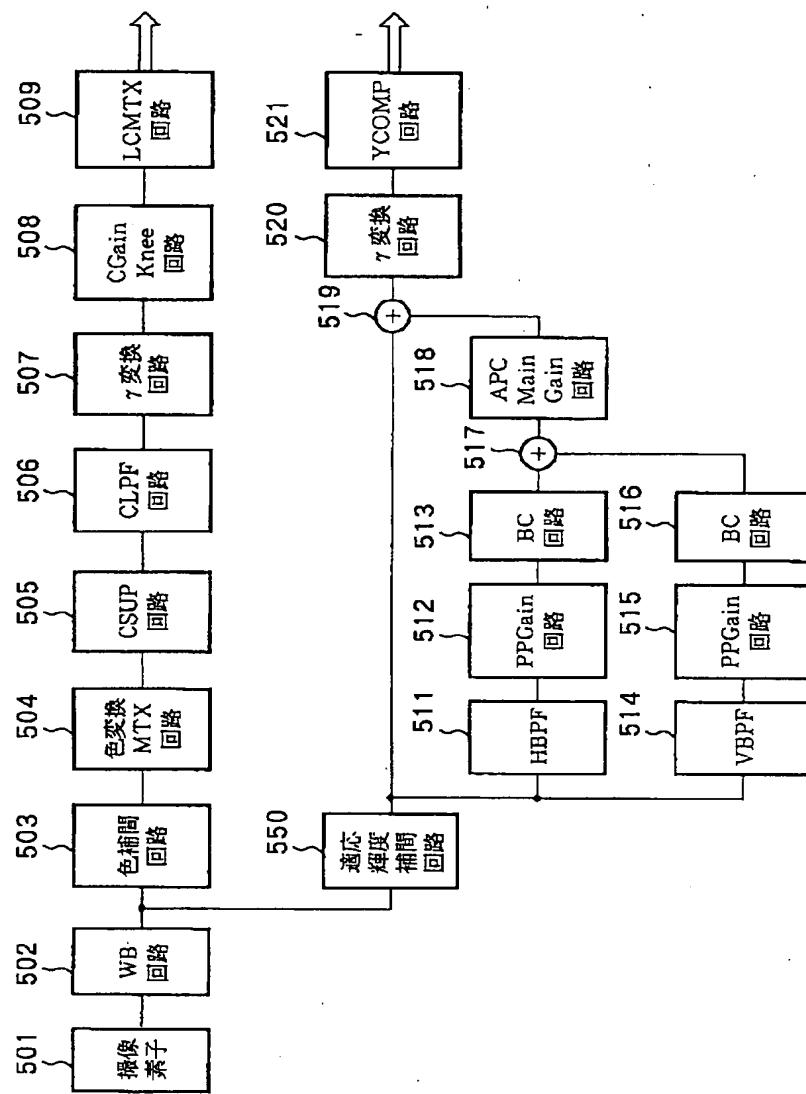
【図9】

P1 (R)	P2 (G)	P3 (B)
P4 (G)	P5 (B)	P6 (G)
P7 (R)	P8 (G)	P9 (R)

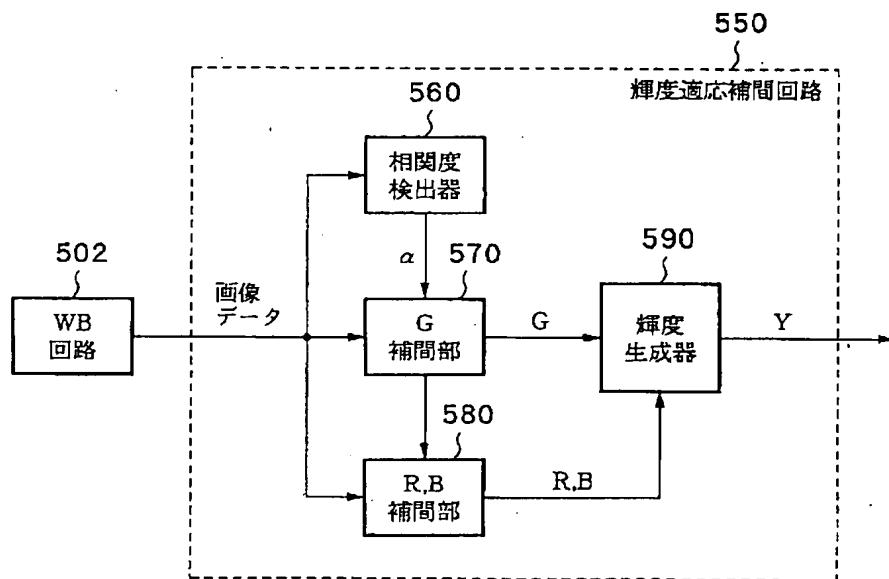
【図10】

P00 (R)	P01 (G)	P02 (R)	P03 (G)	P04 (R)	P05 (G)	P06 (R)
P10 (G)	P11 (B)	P12 (G)	P13 (B)	P14 (G)	P15 (B)	P16 (G)
P20 (R)	P21 (G)	P22 (R)	P23 (G)	P24 (R)	P25 (G)	P26 (R)
P30 (G)	P31 (B)	P32 (G)	P33 (B)	P34 (G)	P35 (B)	P36 (G)
P40 (R)	P41 (G)	P42 (R)	P43 (G)	P44 (R)	P45 (G)	P46 (R)
P50 (G)	P51 (B)	P52 (G)	P53 (B)	P54 (G)	P55 (B)	P56 (G)
P60 (R)	P61 (G)	P62 (R)	P63 (G)	P64 (R)	P65 (G)	P66 (R)

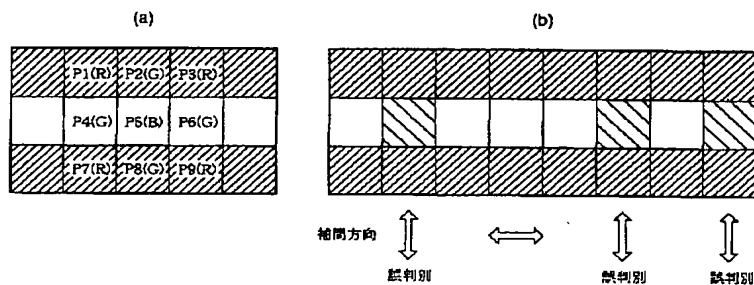
【図1】



【図2】



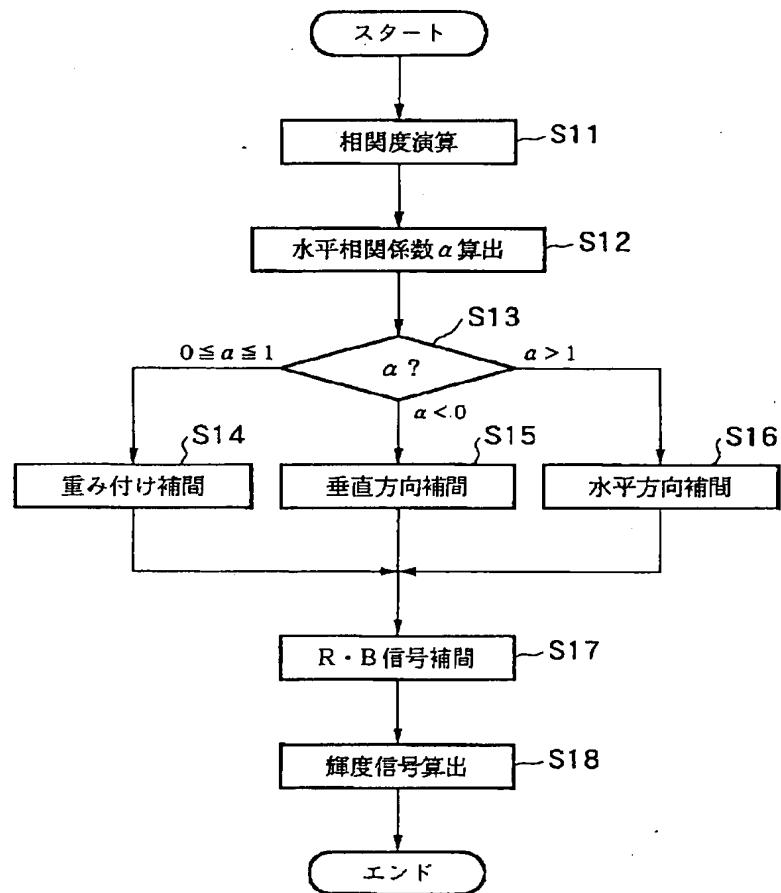
【図11】



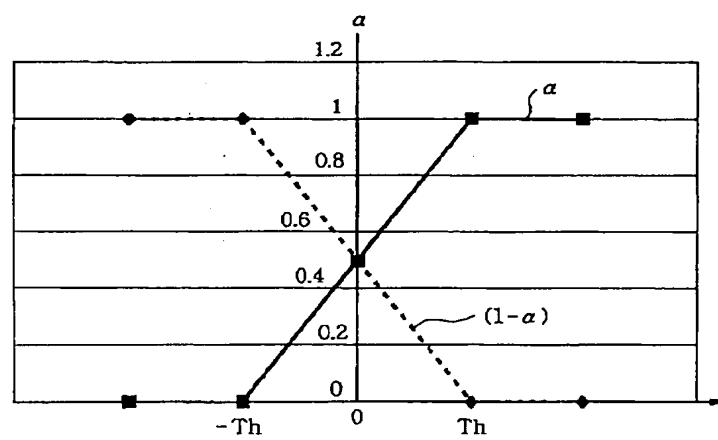
【図12】

P1 (R)	P2 (G)	P3 (R)	(G)
P4 (G)	P5 (B)	P6 (G)	(B)
P7 (R)	P8 (G)	P9 (R)	(G)
(G)	(B)	(G)	(B)

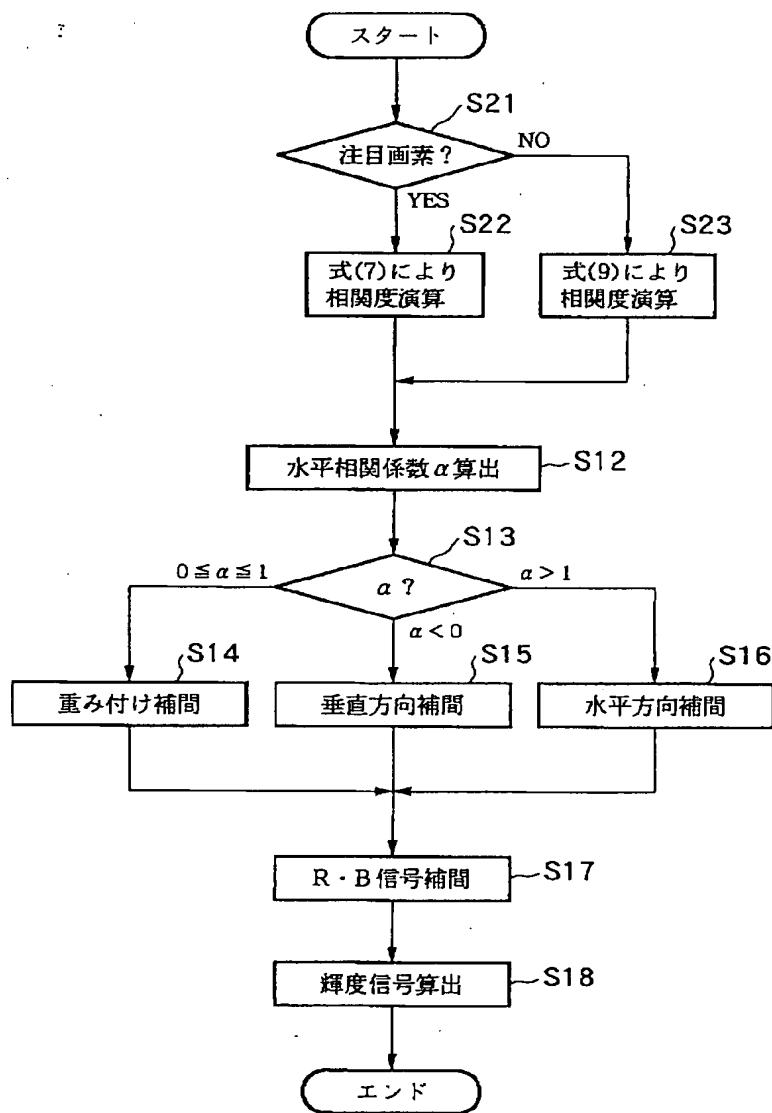
【図3】



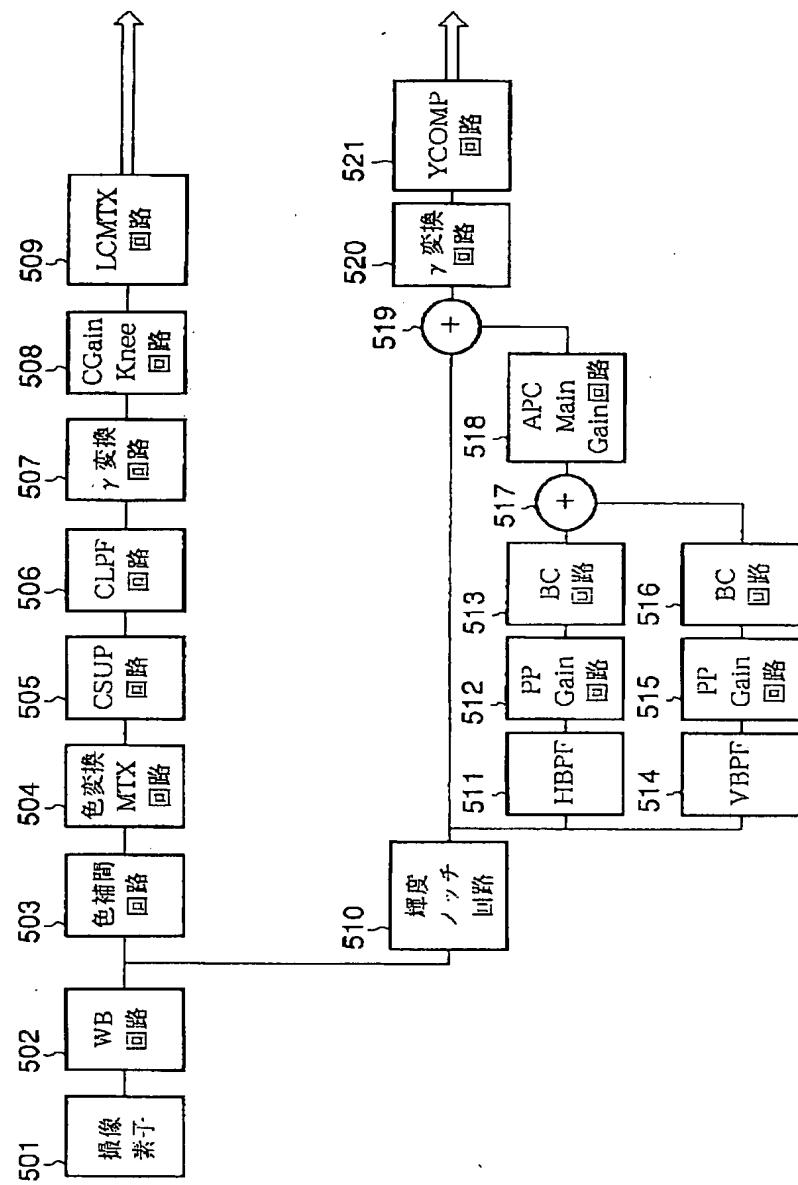
【図4】



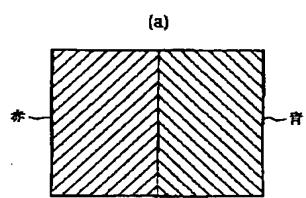
【図5】



【図6】



【図8】



(b)

R	G1	R	G1
G2	B	G2	B
R	G1	R	G1
G2	B	G2	B

【図13】

P1 (R,B)	P2 (G)	P3 (R,B)	
P4 (G)	P5 (B,R)	P6 (G)	
	P7 (R,B)	P8 (G)	P9 (R,B)

(a)

P1 (R,B)	20	P3 (R,B)	
20	70	20	
	P7 (R,B)	120	P9 (R,B)

(b)

P1 (R,B)	20	P3 (R,B)	
20	45	20	
	P7 (R,B)	120	P9 (R,B)

(c)

フロントページの続き

(72)発明者 遠藤 敏朗
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内

Fターム(参考) 5B057 BA11 CA01 CA08 CA12 CA16
 CB01 CB08 CB12 CB16 CC01
 CD06 CE06 CH01 CH09 CH11
 DB02 DB06 DB09 DC22
 5C065 AA01 BB13 BB19 BB22 CC01
 CC02 CC03 DD02 DD17 EE05
 EE06 GG06 GG07 GG13